

Д. Л. Смирнова*, В. В. Цуканов, С. Б. Ерошкин, Г. Д. Мотовилина

«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов

«Прометей» имени И. В. Горынина Национального исследовательского центра

«Курчатовский институт», г. Санкт-Петербург

*mail@crism.ru,

Научный руководитель — доц., д-р техн. наук В. В. Цуканов

ХАРАКТЕР ИЗЛОМОВ СРЕДНЕЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ Cr-Ni-Mo-V КОМПОЗИЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Термическая обработка является одним из наиболее распространенных в современной технике способов получения необходимых свойств металлов и сплавов.

В работе проведены dilatометрические исследования стали марки 20ХЗНМФА, на основании которых предложены усовершенствованные режимы предварительной и окончательной термической обработки, которые прошли опробование на производстве. Проведено сравнение стандартного и усовершенствованного режимов на основании металлографических и фрактографических данных, а также полученных механических свойств.

Ключевые слова: термообработка, среднелегированная сталь, фрактография, механические свойства, предварительная термическая обработка.

D. L. Smirnova, V. V. Tsukanov, S. B. Eroshkin, G. D. Motovilina

THE NATURE OF THE FRACTURE MEDIUM ALLOY STEEL Cr-Ni-Mo-V COMPOSITIONS DEPENDING ON PRE-HEAT TREATMENT

Heat treatment is one of the most common methods in modern technology to obtain the necessary properties of metals and alloys.

In the work conducted dilatometric studies-grade steel 20H3NMFA on the basis of which proposed improved modes of preliminary and final heat treatment, which have passed testing in the workplace. A comparison of the standard and improved modes on the basis of metallographic and fractographic data, as well as the obtained mechanical properties.

Key words: heat treatment, medium alloy steel, fractography, mechanical properties, pre-heat treatment.

В последние годы значительно возросли требования к металлургическим заготовкам, что привело к необходимости совершенствования технологий производства.

Совершенствование производства крупногабаритных заготовок приводит к экономической эффективности в связи с возможностью сокращения длительности термической обработки.

В работе исследован металл крупногабаритных поковок из средне-легированной стали 20Х3НМФА Cr–Ni–Mo–V-композиции. Стандартный режим ПТО (рис. 1) состоит из фазовой перекристаллизации и 2–3-кратного высокого отпуска, его длительность достигает 300 ч, ОТО (рис. 2) состоит из двух аустенизаций и изотермической выдержки при подкритических температурах между ними.

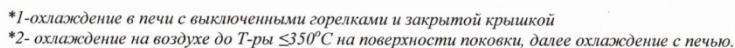


Рис. 1. Стандартный режим ПТО



342

дилатометрических и металлографических исследований. Они показали возможность применения принципа $A \rightarrow \Phi + П$ -превращения на стадии ПТО как способа получения равновесной структуры, снижения влияния структурной наследственности, уменьшения размера первичного зерна.

Был предложен и опробован усовершенствованный режим термообработки заготовок: режим ПТО составлен с учетом создания условий для $A \rightarrow \Phi + П$ -превращения (рис. 3), а окончательная термообработка (рис. 4) состоит из однократного нагрева под закалку и закалки в масле; в остальном усовершенствованный режим не отличается от стандартного.

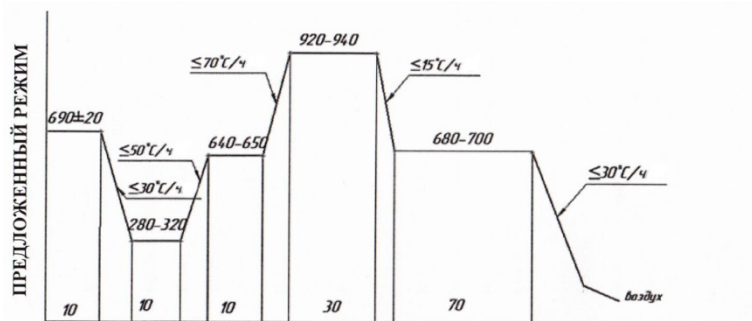


Рис. 3. Усовершенствованный режим ПТО

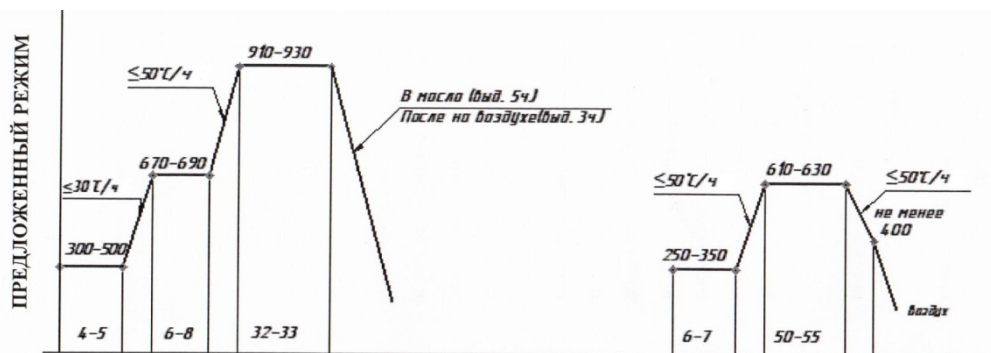


Рис. 4. Усовершенствованный режим ОТО

В результате были отобраны образцы от двух поковок, произведенных по двум принципиальным схемам — стандартной и усовершенствованной, с применением на стадии ПТО изотермического отжига.

Механические свойства (рис. 5) образцов, полученных от поковок после всего цикла термической обработки, показали, что с применением усовершенствованного режима достигнуто значительное повышение прочности, ударной вязкости и критической температуры хрупкости.

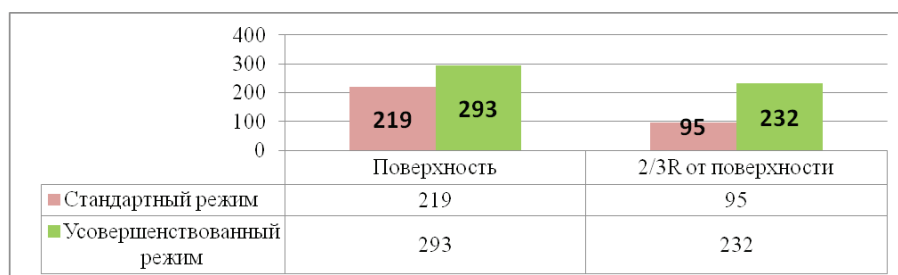


Рис. 5. Данные по ударной вязкости после окончательной термической обработки (ГОСТ 9454–78), Дж/см²

Фрактографический анализ вида излома ударных образцов, полученных из разных мест по сечению заготовок (рис. 6), доказал возможность повышения количества вязкой составляющей в изломе, а также снижения размера действительного зерна, что также подтверждается металлографическим анализом структуры.

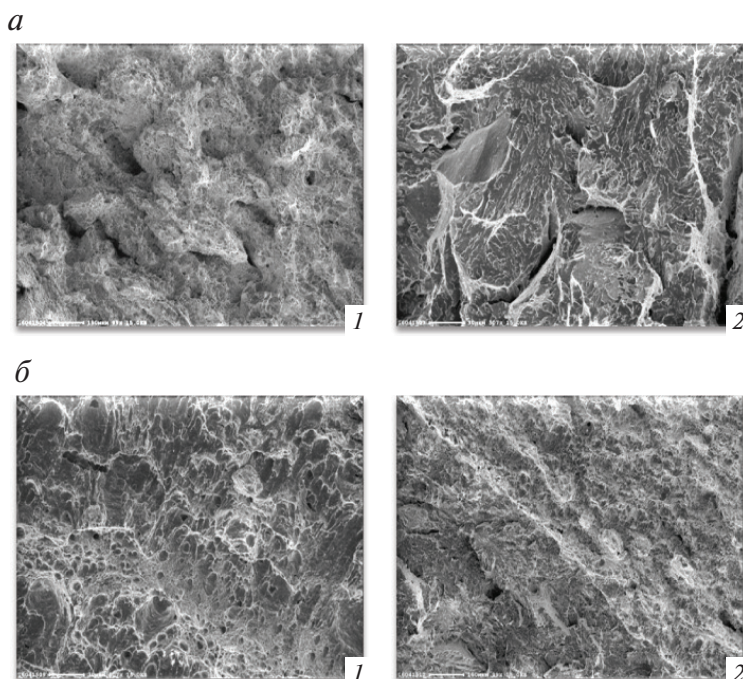


Рис. 6. Фрактографические данные образцов после:
 а) стандартного режима; б) усовершенствованного режима (1 — поверхность; 2 — 2/3 радиуса)

При этом за счет сокращения времени производства поковок получено снижение стоимости производства на ~20 %, тем самым достигнут значительный экономический эффект.